

**Metode uji standar karakteristik pencegahan
keausan gemuk lumas (metode *four ball*)**

***Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of
Lubricating Grease (Four-Ball Method)***

(ASTM D 2266–01(2008), IDT)



© ASTM 2008 – All rights reserved

© BSN 2016 untuk kepentingan adopsi standar © ASTM menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

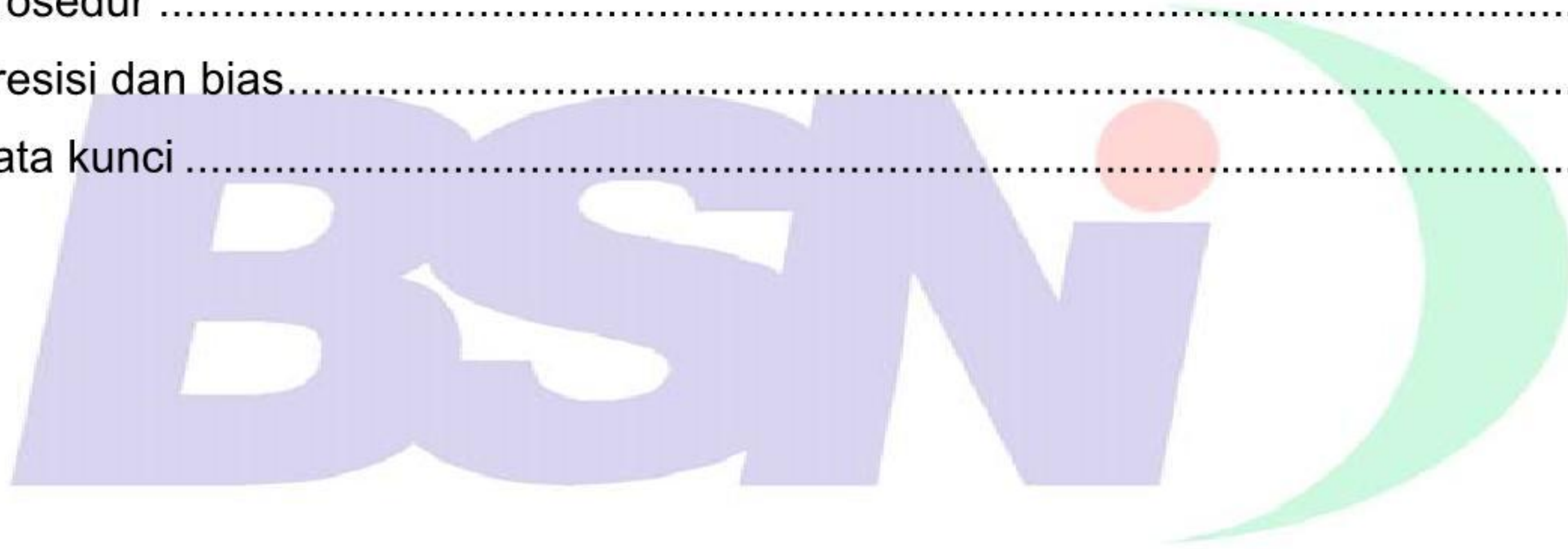
Diterbitkan di Jakarta

*"This Standard is identical to **ASTM D 2266–01(2008), Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Grease (Four-Ball Method)**, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, West Conshohocken PA 19428 USA.
Reprinted by permission of ASTM International."*

*ASTM International has authorized the distribution of this translation of **SNI 8250:2016**, but recognizes that the translation has gone through a limited review process. ASTM neither represents nor warrants that the translation is technically or linguistically accurate. Only the English edition as published and copyrighted by ASTM shall be considered the official version. Reproduction of this translation, without ASTM's written permission is strictly forbidden under U.S. and international copyright laws.*

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata.....	ii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif.....	2
3 Istilah dan definisi	2
4 Ringkasan metode uji	2
5 Arti dan kegunaan.....	3
6 Peralatan.....	3
7 Pereaksi dan bahan	4
8 Kondisi pengujian.....	6
9 Persiapan peralatan	6
10 Prosedur	6
11 Presisi dan bias.....	9
12 Kata kunci	10



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8250:2016, *Metode uji standar karakteristik pencegahan keausan gemuk lumas (metode four ball)* merupakan SNI baru. SNI ini merupakan adopsi identik dari ASTM D 2266–01(2008), *Standard Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Grease (Four-Ball Method)*, dengan metode terjemahan.

Tujuan penyusunan SNI metode uji ini adalah untuk memudahkan pengguna dalam memahami metode uji sehingga dapat menerapkannya dengan baik dan benar.

Untuk tujuan ini telah dilakukan perubahan editorial yaitu tanda titik telah diganti dengan tanda koma dan sebaliknya untuk penulisan bilangan.

SNI ini disusun sesuai dengan ketentuan yang diberikan dalam:

- a) Pedoman Standardisasi Nasional PSN 03.1:2007, Adopsi Standar Internasional dan Publikasi Internasional lainnya, Bagian 1: Adopsi Standar Internasional menjadi SNI (ISO/IEC Guide 21-1:2005, *Regional or national adoption of International Standards and other International Deliverables – Part 1: Adoption of International Standards, MOD*),
- b) Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007, Penulisan SNI,
- c) Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 10:2012, Adopsi Standar American Society for Testing and Material menjadi Standar Nasional Indonesia.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 75-02 Produk Minyak Bumi, Gas Bumi dan Pelumas dan telah dibahas dalam rapat konsensus lingkup Komite Teknis di Jakarta pada tanggal 22-23 November 2012 yang dihadiri oleh wakil dari produsen, konsumen, tenaga ahli, asosiasi dan peneliti serta instansi teknis terkait lainnya.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ASTM D2266-01(2008) dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.



Metode uji standar karakteristik pencegahan keausan gemuk lumas (metode *four ball*)¹

Standard test method for wear preventive characteristics of lubricating grease (Four-Ball method)¹

1 Ruang lingkup

1.1 Metode uji ini mencakup penetapan karakteristik pencegahan keausan dari gemuk lumas untuk penggunaan pada baja yang meluncur di atas baja lainnya. Ketentuan ini tidak dimaksudkan untuk memprediksi karakteristik keausan pada kombinasi logam selain dari baja dengan baja atau untuk mengevaluasi karakteristik *extreme pressure* dari gemuk lumas.

1.2 Nilai yang dinyatakan dengan satuan SI dianggap sebagai standar, kecuali hanya apabila peralatan uji atau bagian peralatan yang dipakai menggunakan satuan-satuan lain. Dalam kasus ini, satuan-satuan tersebut bisa dianggap standar. Nilai yang diberikan di dalam kurung hanya untuk informasi saja.

1.3 Standar ini tidak dimaksudkan untuk memuat segala hal tentang keselamatan, jika ada, yang terkait dengan penggunaannya. Adalah tanggung jawab pengguna standar ini, untuk menggunakan langkah keselamatan dan kesehatan yang sesuai serta menentukan keterkaitannya dengan batasan aturan sebelum digunakan.

1 Scope

1.1 This test method covers the determination of the wear preventive characteristics of greases in sliding steel-on-steel applications. It is not intended to predict wear characteristics with metal combinations other than steel-on-steel or to evaluate the extreme pressure characteristics of the grease.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard except where the test apparatus or consumable parts are only available in other units. In such cases, these will be regarded as standard. The values given in parentheses are for information only.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety problems, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

¹ Metoda uji ini di bawah kewenangan ASTM Committee D02 on Petroleum Products and Lubricants dan di bawah tanggung jawab langsung dari Subcommittee D02.G.0.04 on Functional Tests – Tribology. Edisi saat ini disetujui 1 Mei 2008. Terbitan awal disetujui tahun 1964. Edisi sebelumnya disetujui pada tahun 2001 sebagai D 2266-01. Metode ASTM ini telah diterima dan digunakan oleh lembaga pemerintah untuk menggantikan Metode 6514 dari Metode Uji Standar Federal No. 791b.

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D02 on Petroleum Products and Lubricants and is the direct responsibility of Subcommittee D02.G0.04 on Functional Tests - Tribology. Current edition approved May 1, 2008. Published September 2008. Originally approved in 1964. Last previous edition approved in 2001 as D 2266-01. This test method has been adopted for use by government agencies to replace Method 6514 of Federal Test Method Standard No. 791b.



2 Acuan normatif

2.1 Standar ASTM:²

D4172, *Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid (Four-Ball Method)*

D6300, *Practice for Determination of Precision and Bias Data for Use in Test Methods for Petroleum Products and Lubricants*

2.2 Standar ANSI:³

B3.12 for Metal Balls

3 Istilah dan definisi

3.1 Tidak ada istilah-istilah pada metode uji ini yang membutuhkan definisi baru atau yang lain dari definisi kamus.

4 Ringkasan metode uji

4.1 Tiga bola baja berdiameter ½ inci (12,7-mm) dijepit bersama dan diberi gemuk lumas yang akan diuji. Bola baja keempat berdiameter ½ inci sebagai bola atas, ditekan dengan gaya 40 kgf (392 N) ke dalam cekungan yang terbentuk oleh tiga bola sehingga terjadi tiga titik sentuh. Temperatur gemuk lumas uji dikondisikan pada 75 °C (167 °F) kemudian bola atas diputar dengan kecepatan 1 200 rpm selama 60 menit. Kualitas gemuk lumas dapat diketahui dengan menghitung ukuran *scar diameters* rata-rata yang dihasilkan pada ketiga bola uji bawah tersebut.

² Untuk acuan standar ASTM dapat dilihat di website www.astm.org, atau hubungi Pelayanan Pelanggan ASTM di service@astm.org. Untuk informasi volume buku tahunan standar ASTM, mengacu ke halaman ringkasan dokumen standar di website ASTM.

³ Tersedia di *American National Standards Institute* (ANSI), 25 West 43rd Street, 4th Floor, New York, NY 10036. <http://www.ansi.org>.

2 Referenced documents

2.1 Standar ASTM:²

D4172, *Test Method for Wear Preventive Characteristics of Lubricating Fluid (Four-Ball Method)*

D6300, *Practice for Determination of Precision and Bias Data for Use in Test Methods for Petroleum Products and Lubricants*

2.2 Standar ANSI:³

B3.12 for Metal Balls

3 Terminology

3.1 There are no terms in this test method that require new or other than dictionary definitions.

4 Summary of test method

4.1 Three ½ in. (12,7-mm) diameter steel balls are clamped together and covered with the lubricant to be evaluated. A fourth ½ in. diameter steel ball, referred to as the top ball, is pressed with a force of 40 kgf (392 N) into the cavity formed by the three clamped balls for three-point contact. The temperature of the lubricating grease specimen is regulated at 75 °C (167 °F) and then the top ball is rotated at 1 200 rpm for 60 min. Lubricants are compared by using the average size of the scar diameters worn on the three lower clamped balls.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ Available from American National Standards Institute (ANSI), 25 West 43rd Street, 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

CATATAN 1 Karena terdapat perbedaan konstruksi pada beberapa peralatan uji four-ball, maka petunjuk dari pabrikan harus diikuti supaya pemasangan dan pengoperasian peralatan berjalan baik.

CATATAN 2 Walaupun pengujian dapat dilaksanakan pada parameter uji yang lain, presisi sebagaimana disebutkan dalam Pasal 11 dapat berbeda ketika pengujian menggunakan parameter selain yang tersebut pada Pasal 8.

NOTE 1 Because of differences in the construction of the various machines on which the four-ball test can be made, the manufacturer's instructions should be consulted for proper machine setup and operation.

NOTE 2 Although the test can be run under other test parameters, the precision noted in Section 11 can vary when testing with other than test parameters listed in Section 8.

5 Arti dan kegunaan

5.1 Metode uji *four-ball wear* dapat digunakan untuk menentukan kemampuan pencegahan keausan relatif dari gemuk lumas pada kondisi uji tertentu dan jika kondisi uji dirubah maka penilaian pengukuran relatif mungkin berbeda. Tidak ada korelasi yang dapat disimpulkan antara pengujian *four-ball wear* dengan pengalaman di lapangan. Metode pengujian ini tidak digunakan untuk membedakan antara gemuk lumas tekanan ekstrim (*EP*) dan gemuk lumas *non-EP*⁴.

6 Peralatan

6.1 Alat uji *Four-Ball Wear* dan asesorisnya - lihat Gambar 1 dan 2)⁵

⁴ Rincian selanjutnya dari metode uji ini dapat dilihat pada artikel yang ditulis oleh: Stallings, L., et al., juru bicara *NLGI* Vol 31, No. 11, February 1988, halaman 396–401. Artikel ini disampaikan sebagai laporan penelitian, tetapi tidak mengikuti panduan penulisan laporan karena penelitian ini dilakukan sebelum panduan tersebut diberlakukan.

⁵ Satu-satunya pemasok peralatan pengujian *Four-Ball Wear* yang dikenal oleh komite saat ini adalah Falex Corp., 1020 Airpark Drive, Sugar Grove, IL 60554. Apabila anda mengetahui pemasok lainnya mohon menyampaikan informasi ini ke kantor pusat ASTM. Komentar anda akan dipertimbangkan dengan seksama pada rapat komite teknis¹ yang dapat anda hadiri. Perusahaan ini juga dapat menyediakan mikroskop dengan landasan khusus untuk mengukur *wear scar* tanpa perlu melepaskan bola dari cawan uji. Model alat uji *four-ball* buatan Precision Scientific Co. dan Roxana Machine Works yang sudah tidak diproduksi lagi juga masih bisa digunakan.

5 Significance and use

5.1 The four-ball wear-test method can be used to determine the relative wear-preventing properties of greases under the test conditions and if the test conditions are changed the relative ratings may be different. No correlation has been established between the four-ball wear test and field service. The test method cannot be used to differentiate between Extreme Pressure (EP) and Non-Extreme Pressure (Non-EP) Greases.⁴

6 Apparatus

6.1 Four-Ball Wear-tester and accessories—See Fig. 1 and Fig. 2⁵

⁴ Further details on this test method may be found in the article by Stallings, L., et al., *NLGI Spokesman*, Vol 31, No. 11, February 1988, pp. 396–401. This article has been submitted as a research report, but it does not follow research report guidelines because the work was conducted before research report guidelines were instituted.

⁵ The sole source of supply of the Four-Ball Wear Test Machine known to the committee at this time is Falex Corp., 1020 Airpark Drive, Sugar Grove, IL 60554. If you are aware of alternative suppliers, please provide this information to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee¹, which you may attend. This company can also furnish a microscope without removing the balls from the test-oil cup. Discontinued models of the Four-Ball Wear Test Machine made by Precision Scientific Co. and Roxanna Machine Works are also satisfactory.

CATATAN 3 Adalah penting untuk membedakan antara alat uji *Four-Ball EP* dengan alat uji *Four-Ball Wear*. Alat uji *Four-Ball EP* dirancang untuk pengujian pada beban lebih tinggi dan kondisi yang lebih berat; pengujian ini kurang memiliki kepekaan yang diperlukan untuk pengujian *Four-Ball Wear*.

6.2 Mikroskop⁶ yang mampu mengukur diameter *scar* pada ketiga bola stasioner dengan ketelitian hingga 0,01 mm. Lebih efisien untuk mengukur *scar* tanpa melepas ketiga bola dari pemegangnya.

7 Perekasi dan bahan

7.1 *Bola uji*⁷, chrome alloy steel, terbuat dari baja standar AISI No. E-52100, diameter 12,7 mm (0,5 inci), *Grade 25 EP (Extra polish)*. Bola uji sesuai spesifikasi ANSI B 3.12, untuk bola logam. Pengerjaan pemolesan ekstra tidak diuraikan dalam spesifikasi ini. Kekerasan Rockwell C harus 64 sampai 66, yang memiliki batasan lebih teliti daripada yang dipersyaratkan oleh ANSI.

CATATAN 4 Bola baja yang memenuhi deskripsi tersebut digunakan untuk mendapatkan pengujian yang presisi.

⁶ Satu-satunya pemasok mikroskop yang dikenal oleh komite saat ini adalah Falex Corp., 1020 Airpark Drive, Sugar Grove, IL 60554. Apabila anda mengetahui pemasok lainnya mohon menyampaikan informasi ini ke kantor pusat ASTM. Komentar anda akan dipertimbangkan dengan seksama pada rapat komite teknik¹ yang dapat anda hadiri. Microscope F-1519-31 dari Falex Corp. mengukur secara langsung hingga 0,1 mm dan dengan interpolasi hingga 0,01 mm. Versi dengan resolusi yang lebih tinggi, F-1519-31A, mampu mengukur hingga 0,001 mm.

⁷ Bola baja yang digunakan untuk mendapatkan presisi pengujian harus memenuhi persyaratan ini. Bola tersebut disediakan oleh pabrikan peralatan uji dan beberapa pabrikan bola. Beberapa operator memilih untuk memeriksa kotak bola baru terlebih dahulu dengan cara mengujinya menggunakan minyak lumas atau gemuk lumas yang sudah diketahui referensinya. Semua bola yang digunakan dalam satu pengujian seharusnya berasal dari karton yang sama (500 bola) sebagaimana diterima dari pemasok.

NOTE 3 It is important to distinguish between the Four-Ball EP Tester and the Four-Ball Wear Tester. The Four-Ball EP Tester is designed for testing under heavier loads and more severe conditions; it lacks the sensitivity necessary for performing four-ball wear test.

6.2 Microscope,⁶ capable of measuring the diameters of the scars produced on the three stationary balls to an accuracy of 0.01 mm. It is more efficient to measure the scars without removing the three balls from the holder.

7 Reagents and materials

7.1 *Test Balls*⁷, chrome alloy steel, made from AISI standard steel No. E-52100, with diameter of 0,5 in. (12,7 mm), Grade 25 EP (Extra Polish). Such balls are described in ANSI Specifications B 3.12, for Metal Balls. The Extra-Polish finish is not described in that specification. The Rockwell C hardness shall be 64 to 66, a closer limit than is found in the ANSI requirement.

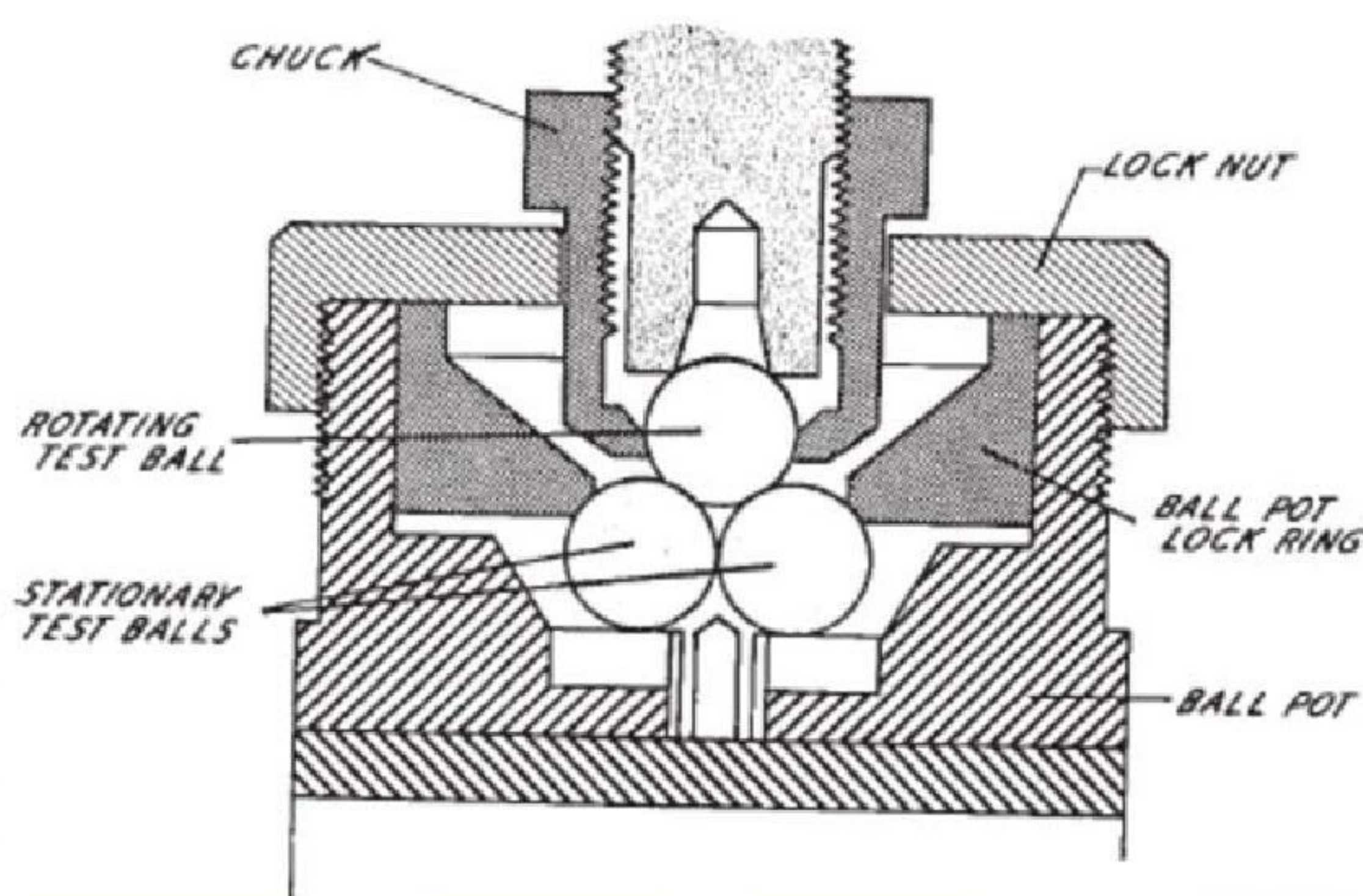
NOTE 4 Steel balls meeting this description were used in developing the precision of the test.

⁶ The sole source of supply of the microscope known to the committee at this time is Falex Corp., 1020 Airpark Drive, Sugar Grove, IL 60554. If you are aware of alternative suppliers, please provide this information to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee¹, which you may attend. Falex Corp. Microscope F-1519-31 measures directly to 0.1 mm and by interpolation to 0.01 mm. A higher resolution version, F-1519-31A, measures to 0,001 mm.

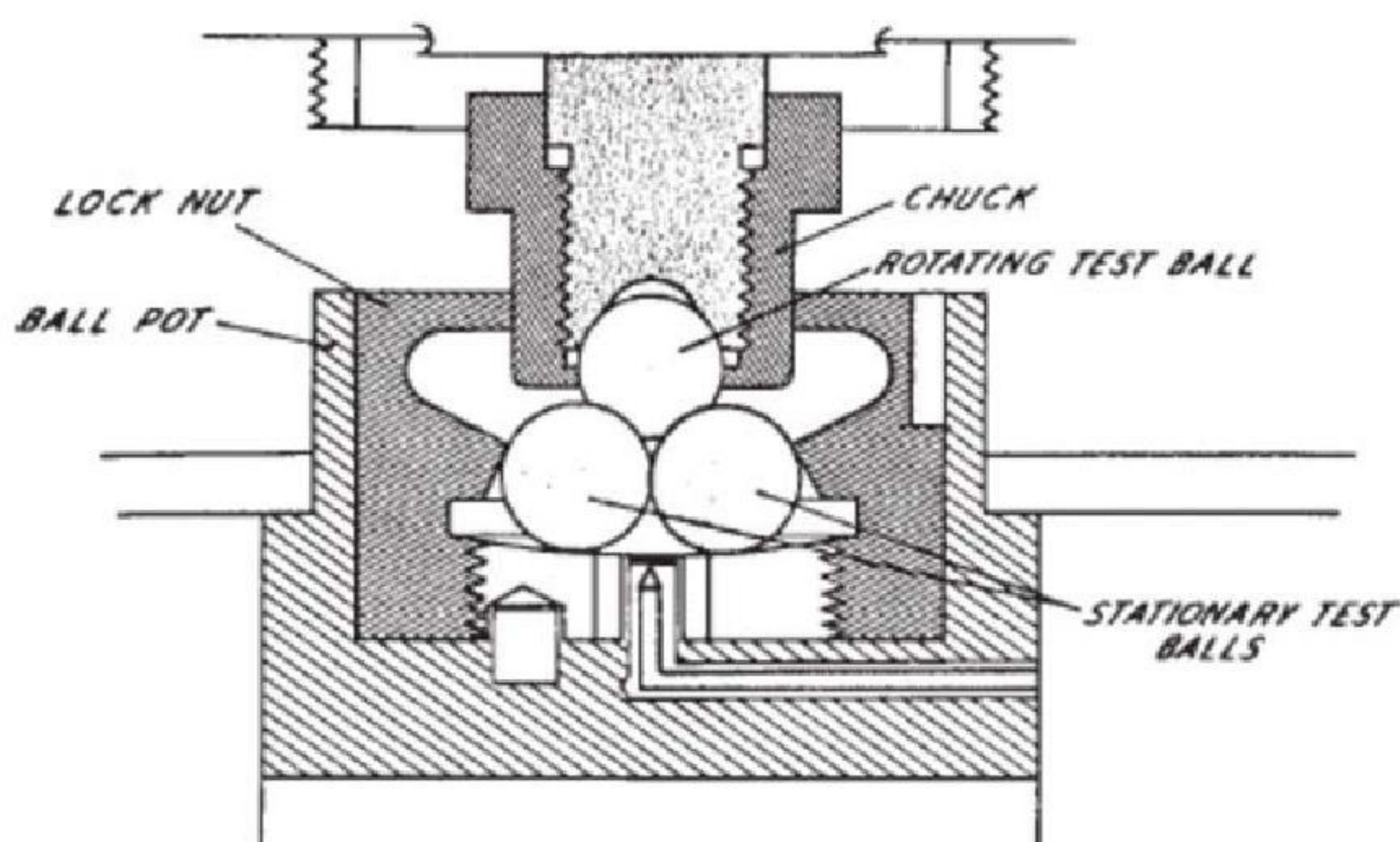
⁷ Steel balls meeting this description were used in developing the precision of the test. They are available from the manufacturer of the test machine and some ball manufacturers. Some operators prefer to check a new box of balls by running an oil or a lubricating grease with a known reference. All balls used in one test should be taken from one carton (of 500 balls) as received from the supplier.

7.2 Cairan pembersih untuk mempersiapkan bola uji dan peralatan pengujian harus mampu membersihkan lapisan pelindung bola uji, membersihkan sisa-sisa pengujian sebelumnya. Cairan pembersih yang dipilih tidak membentuk lapisan dan tidak mempengaruhi karakteristik *wear* atau *antiwear* dari gemuk lumas yang diuji (misalnya, pelarut yang mengandung *chlorin* tidak boleh digunakan).

7.2 Cleaning fluids for preparing balls and apparatus for the test should be those capable of removing metal preservative coating from the balls, eliminating carryover effects from one test to the next. The cleaning fluid selected should be non-film-forming and not contribute to the wear or antiwear properties of the test lubricant. (for example, chlorinated solvents should not be used.)



Gambar 1 - Rangkaian alat uji *Four-ball precision scientific company*
FIG. 1 - Precision scientific company four-ball test arrangement



Gambar 2 - Rangkaian alat uji *Four-ball falex corporation (Roxanna)*
FIG. 2 - Falex corporation (Roxanna) Four-Ball test arrangement

8 Kondisi pengujian

8.1 Pengujian harus dilakukan pada kondisi berikut:

Temperatur	$(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ $((167 \pm 4) ^\circ\text{F})$
Kecepatan	$(1\,200 \pm 60)$ rpm
Durasi	(60 ± 1) menit
Beban	$(40 \pm 0,2)$ kgf $((392 \pm 2) \text{ N})$

CATATAN 5 Meskipun pengujian dapat dilakukan pada kondisi lain, batasan presisi yang diuraikan dalam Pasal 11 hanya berlaku untuk pengujian yang dilakukan dengan kondisi seperti yang diuraikan pada Pasal 8.

9 Persiapan peralatan

9.1 Atur penggerak peralatan uji untuk mendapatkan kecepatan putar *spindle* sebesar $(1\,200 \pm 60)$ rpm.

9.2 Atur pengontrol temperatur untuk mempertahankan temperatur uji $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ $[(167 \pm 4) ^\circ\text{F}]$.

9.3 Apabila menggunakan pencatat waktu otomatis untuk menghentikan pengujian, akurasi harus dipastikan ± 1 menit untuk setiap 60 menit yang dilampaui.

9.4 Mekanisme pembebanan harus diseimbangkan pada pembacaan NOL dalam keadaan semua bagian peralatan terpasang dan gemuk lumas uji dalam cawan. Untuk memastikan presisi yang tepat, penambahan atau pengurangan sebesar $0,2$ kgf [$19,6$ N], ketidakseimbangan seharusnya sudah dapat terdeteksi. Penentuan akurasi pada pembebanan sebesar 40 kgf [392 N] sulit dilakukan, dan umumnya terbatas pada pengukuran yang teliti terhadap rasio *lever-arm* dan timbang bersama dengan beban mati dari peralatan pembebanan atau diameter piston dan kalibrasi *pressure gauge* dengan sistem pembebanan pneumatik.

10 Prosedur

10.1 Bersihkan keempat bola uji, penjepit bola bagian atas dan bawah, dan cawan tempat gemuk lumas uji, dengan pelarut

8 Test conditions

8.1 The test shall be conducted under the following conditions:

Temperature	$(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ $((167 \pm 4) ^\circ\text{F})$
Speed	$(1\,200 \pm 60)$ rpm
Duration	(60 ± 1) min
Load	$(40 \pm 0,2)$ kgf $((392 \pm 2) \text{ N})$

NOTE 5 Although the test can be run under other conditions, the precision limits described in Section 11 apply only to tests conducted under the conditions described in Section 8.

9 Preparation of apparatus

9.1 Set up the drive of the test machine to obtain a spindle speed of $(1\,200 \pm 60)$ rpm.

9.2 Set the temperature controller to maintain a test temperature of $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ $[(167 \pm 4) ^\circ\text{F}]$.

9.3 When an automatic timer is used to terminate a test, it should be checked for the required ± 1 min. accuracy at 60 min. elapsed time.

9.4 The loading mechanism must be balanced to a zero reading with all parts and test grease in place. To demonstrate proper precision, an addition or subtraction of $0,2$ kgf ($19,6$ N) should be detectable in imbalance. Determination of accuracy of loading at 40 kgf (392 N) is difficult and generally is limited to careful measurement of lever-arm ratios and weights with dead-weight loading apparatus or piston diameter and calibration of pressure gauge with pneumatic loading systems.

10 Procedure

10.1 Thoroughly clean four test balls, clamping parts for the upper and lower balls and the oil cup using a cleaning fluid or

atau pelarut-pelarut seperti yang ditunjukkan pada Subpasal 7.2. Getaran ultrasonik dapat digunakan untuk membantu proses pembersihan. Bersihkan alat-alat tersebut dengan menggunakan kain pembersih standar industri yang bebas bulu yang baru (belum digunakan). Setelah dibersihkan, semua peralatan hanya dipegang menggunakan lap bersih. Tidak boleh ada pelarut pembersih yang tersisa ketika gemuk lumas uji dimasukkan dan peralatan dipersiapkan.

10.2 Pasang salah satu dari bola uji yang sudah dibersihkan ke dalam *ball-chuck*. Pasang *ball chuck* pada *spindle* peralatan uji dan kencangkan sesuai rekomendasi pabrikan alat.

CATATAN 6 Pemasangan bola pada *ball chuck* harus dengan tenaga yang cukup hingga terdengar bunyi bola uji masuk ke dalam *ball chuck*. Bola uji tidak boleh bergerak. Jika bola berputar atau bergerak di dalam *ball chuck*, ganti *ball chuck* nya.

10.3 Letakkan sedikit gemuk lumas uji pada cawan bola, cukup untuk mengisi celah-celah kosong dan bagian bawah cawan bola. Masukkan ketiga bola uji ke dalam cawan bola dan jepit ketiga bola tersebut dengan mengencangkan mur penguncinya dengan menggunakan kunci yang disediakan oleh pabrikan.

CATATAN 7 Mengencangkan mur pengunci hingga kisaran 33,8 dan 67,8 N.m (25 – 50 lb ft).

10.4 Oleskan gemuk lumas uji secara menyeluruh pada bola uji yang berada di dalam *chuck* dan juga cawan bola kemudian isi cawan bola dengan gemuk lumas uji dan ratakan sampai permukaan atas dari mur pengunci.

10.5 Letakkan rangkaian cawan bola yang berisi ketiga bola uji dan gemuk lumas pada alat uji. Hindari pembebanan kejut dengan cara menaikkan beban secara perlahan.

10.6 Setelah mencapai beban yang diinginkan, hidupkan alat pengontrol temperatur dan atur pengontrol untuk menjaga temperatur pada $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ($(167 \pm 4) ^\circ\text{F}$).

fluids selected in 7.2. Ultrasonic vibration can be used to assist the cleaning process. Wipe the parts using a fresh (unused) lint-free industrial wipe. After cleaning, handle all parts using a fresh wipe. No trace of cleaning fluid should remain when the test oil is introduced and the machine assembled.

10.2 Insert one of the clean test balls into the ball chuck. Insert the ball chuck into spindle of the test machine and tighten according to the equipment manufacture's directions.

NOTE 6 Insertion of the ball into the ball chuck should require moderate force and result in an audible snap as the test ball enters the ball chuck. The ball should be free from any movement. If the ball rotates or moves within the ball chuck, replace the ball chuck.

10.3 Place a small amount of the grease in the ball cup sufficient to fill the void space between the three balls to be inserted and the bottom of the ball cup. Insert the three test balls in the ball cup and lock the balls in position by hand tightening the locknut into the ball cup using the wrench supplied by the equipment manufacturer.

NOTE 7 Hand tightening has been found to be between 33,8 and 67,8 N·m (25 to 50 lb·ft.).

10.4 Coat the test balls located in the ball chuck and ball cup completely and thoroughly with the test grease and then fill the ball cup with grease and level off with the top surface of the locknut.

10.5 Place the ball cup assembly containing the three test balls and grease specimen on the test machine. Avoid shock loading by slowly applying the test load.

10.6 After reaching the desired test load, turn on the temperature controller and set the controller to maintain $(75 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ($(167 \pm 4) ^\circ\text{F}$).

CATATAN 8 - Tegangan alat pemanas atau penyimpangan pada pengatur proporsional harus mampu mengarahkan dan menjaga temperatur dalam batasan yang ditentukan.

10.7 Pada saat temperatur uji telah tercapai, segera jalankan *timer* dan motor penggerak yang telah diatur kecepatannya ($1\,200 \pm 60$) rpm.

10.8 Setelah motor penggerak berputar selama (60 ± 1) menit, matikan alat pemanas dan motor penggerak dan buka cawan bola uji dan rangkaian ketiga bolanya (**Peringatan** – Bagian peralatan mungkin panas pada akhir pengujian. Berhati-hatilah dalam menangani bagian-bagian peralatan.

10.9 Ukur diameter *scar* pada ketiga bola uji dengan ketelitian $\pm 0,01$ mm dengan metode:

10.9.1 **OPSI A** - Bersihkan gemuk lumas dari rangkaian cawan bola tanpa melonggarkan bola uji dan bersihkan area *scar* dengan tissue. Biarkan ketiga bola tetap terjepit dan tempatkan rangkaian pada sebuah landasan mikroskop yang khusus dirancang untuk keperluan tersebut⁶. Lakukan dua pengukuran pada setiap *wear scar*. Lakukan satu pengukuran *scar* sepanjang garis radial dari bagian tengah pemegang bola uji. Lakukan pengukuran kedua sepanjang garis yang tegak lurus (90°) dari garis pengukuran yang pertama. Laporkan hasil rata-rata aritmatika *scar diameter* dari enam pengukuran dalam milimeter

10.9.2 **OPSI B** - Lepaskan ketiga bola dari posisi terjepitnya. Bersihkan area *scar*. Lakukan dua kali pengukuran *scar* pada setiap bola uji. Lakukan dua kali pengukuran saling tegak lurus (90°) satu sama lain. Jika *scar* berbentuk elip, lakukan satu pengukuran searah alur tipis dan pengukuran lainnya tegak lurus pada alur tipis tersebut. Pastikan bahwa sudut pandang tegak lurus terhadap permukaan yang sedang diukur. Seperti pada Opsi A, rata-ratakan keenam pembacaan dan laporkan sebagai *scar diameter* dalam milimeter.

NOTE 8 - Heater voltage or offset on proportional controllers should be capable of bringing stabilized temperature within the prescribed limits.

10.7 When the desired test temperature is reached, simultaneously start the timer and the drive motor, previously set to ($1\,200 \pm 60$) rpm.

10.8 After the drive motor has been on for (60 ± 1) min., turn off the heaters and drive motor and remove the ball cup and three-ball assembly. (**Warning**—Parts may be hot at the end of the test. Exercise care when handling parts.)

10.9 Measure the wear scars on the three lower balls to an accuracy of $\pm 0,01$ mm by one of the following methods:

10.9.1 *Option A*—Clean the grease from the ball cup assembly without loosening the test balls and wipe the scar area with a tissue. Leave the three balls clamped and set the ball cup assembly on the special base of the microscope that has been designed for this purpose⁶. Make two measurements on each of the wear scars. Take one measurement of the scar along a radial line from the center of the holder; take the second measurement along a line that is 90° from the first measurement. Report the arithmetic average of the six measurements as the scar diameter in millimeters.

10.9.2 *Option B*—Remove the three lower balls from their clamped position. Wipe the scar area. Take two measurements at 90° to each other. If a scar is elliptical, take one measurement with the striations and the other across the striations. Take care to ensure that the line of sight is perpendicular to the surface being measured. As in Option A, average the six scar readings and report as scar diameter in millimeters.

CATATAN 9 Dalam metode uji D4172, ditetapkan bahwa Jika rata-rata dari dua pengukuran terhadap satu bola berbeda dari rata-rata keenam pembacaan lebih besar dari 0,04 mm, periksa kelurusan ketiga bola bawah dengan bola atas

NOTE 9 In Test Method D4172, it is stated that if the average of the two measurements on one ball varies from the average of all six readings by more than 0,04 mm, the user should investigate the alignment of the three lower balls with the top ball.

11 Presisi dan bias

11 Precision and bias

11.1 Presisi dari uji ini belum dapat dipastikan apakah sudah sesuai dengan pedoman yang saat ini sudah diterima (sebagai contoh, Prosedur D6300)^{4,8}.

11.1 The precision of this test is not known to have been obtained in accordance with currently accepted guidelines (for example, Practice D6300).^{4,8}

11.2 Presisi dari metode uji ini seperti yang ditetapkan dengan pemeriksaan secara statistik terhadap hasil uji antar laboratorium, sebagai berikut :

11.2 The precision of this test method as determined by statistical examination of interlaboratory results is as follows:

11.2.1 Perbedaan antara dua hasil uji, yang didapat dari operator yang sama dengan peralatan yang sama dalam kondisi operasi yang konstan dengan bahan uji identik, dalam jangka panjang, pada operasi normal menggunakan metoda uji yang benar, yang melebihi nilai 0,20 mm hanya satu kasus di antara duapuluh.

11.2.1 The difference between two test results, obtained by the same operator with the same apparatus under constant operating conditions on identical test material, would in the long run, in the normal and correct operation of the test method, exceed the following value only in one case in twenty: 0,20 mm.

11.2.2 Perbedaan antara dua hasil tunggal dan berdiri sendiri, yang dihasilkan oleh operator berbeda yang bekerja pada laboratorium berbeda dengan bahan uji identik, dalam jangka panjang, pada operasi normal menggunakan metoda uji yang benar, yang melebihi nilai 0,37 mm hanya satu kasus di antara duapuluh.

11.2.2 The difference between two single and independent results obtained by different operators working in different laboratories on identical test material would, in the long run, in the normal and correct operation of the test method, exceed the following value only in one case in twenty: 0,37 mm.

⁸ Peralatan yang tercatat dalam laporan penelitian yang telah disampaikan berikut ini, telah digunakan untuk melihat ketelitian pengujian dan secara statistik tidak ditemukan perbedaan yang signifikan antara peralatan-peralatan ini:

1. *Falex Corporation* (formerly Roxanna Machine Works), 1020 Airpark Drive, Sugar Grove, IL 60555;
2. *Precision Scientific* (sudah tidak produksi). Sampai saat ini, belum ada peralatan lain yang mampu menunjukkan ketelitian dari pengujian ini melalui uji banding antar laboratorium ASTM. ini bukan merupakan pengesahan atau sertifikasi dari ASTM internasional.

⁸ The following equipment, as listed in the submitted research report, was used to develop the precision statement and no statistically significant differences were found between these pieces of equipment:

1. *Falex Corporation* (formerly Roxanna Machine Works), 1020 Airpark Drive, Sugar Grove, IL 60555;
2. *Precision Scientific* (no longer manufactured). To date, no other equipment has demonstrated through ASTM interlaboratory testing the ability to meet the precision of this test. This is not an endorsement or certification by ASTM International.

11.3 *Bias* – Prosedur dalam metode uji ini untuk mengukur karakteristik pencegahan keausan gemuk lumas tidak mengenal bias karena nilai karakteristik pencegahan keausan hanya ditentukan oleh metode uji.

11.3 *Bias*—The procedure in this test method for measuring wear preventing characteristics of lubricating grease has no bias because the value of wear preventing characteristics can only be defined in terms of a test method.

12 Kata kunci

12.1 *four-ball*; gemuk lumas; *wear*

12 Keywords

12.1 four-ball; grease; wear

